

AUG 13 2004

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Takefumi YAMADA, et al.

GAU:

SERIAL NO: 10/767,282

EXAMINER:

FILED: January 30, 2004

FOR: MULTIPLE-OUTPUT MULTIPLE-INPUT (MIMO) COMMUNICATION SYSTEM, MIMO RECEIVER AND MIMO RECEIVING METHOD

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2003-024555	January 31, 2003
JAPAN	2003-185971	June 27, 2003
JAPAN	2003-193832	July 8, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
☐ are submitted herewith
☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Joseph A. Scafetta Jr.
Bradley D. Lytle

Registration No. 40,073

Joseph A. Scafetta, Jr.
Registration No. 26, 803

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

10/767,222

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 1月31日

出願番号
Application Number: 特願2003-024555
ST. 10/C]: [JP2003-024555]

願人
Applicant(s): 株式会社エス・テイ・テイ・ドコモ

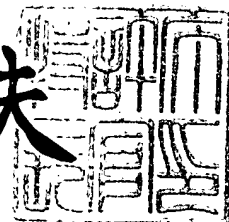
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

BEST AVAILABLE COPY

2004年 2月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3005186

【書類名】 特許願

【整理番号】 DCMH140526

【提出日】 平成15年 1月31日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 7/00

【発明の名称】 多入力多出力伝搬路信号伝送装置及び受信局

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社 エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 山田 武史

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社 エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 富里 繁

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社 エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

【氏名】 須田 博人

【特許出願人】

【識別番号】 392026693

【氏名又は名称】 株式会社 エヌ・ティ・ティ・ドコモ

【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9702416

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 多入力多出力伝搬路信号伝送装置及び受信局

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のアンテナを備えた送信局と複数のアンテナを備えた受信局から成る多入力多出力伝搬路信号伝送装置であって、

前記送信局は、

送信信号を生成する送信信号生成部と、

前記送信信号を複数の信号系列に分割する送信信号分割部と、

前記送信信号分割部で分割された各送信信号系列を変調する送信信号変調部と、

前記送信信号変調部で変調された変調信号に前記受信局からのフィードバック回線を通じて通知された送信ウェイトを乗算する送信ウェイト乗算部とを有し、

前記受信局は、

受信信号から通信チャネル状況を推定し、チャネル推定情報を出力するチャネル推定部と、

前記チャネル推定部からのチャネル推定情報を一定時間蓄積するチャネル蓄積部と、

前記チャネル推定部の推定したチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線を通じて送信局側にフィードバックする送信ウェイト生成部と、

前記送信ウェイトを一定時間保持する送信ウェイト蓄積部と、

前記チャネル蓄積部の蓄積している蓄積チャネル推定情報と前記送信ウェイト蓄積部の蓄積している蓄積送信ウェイト情報とを用いて受信ウェイトを生成する受信ウェイト生成部と、

前記受信信号に前記受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、

前記受信信号を復調する受信信号復調部とを有し、かつ、

前記受信局は、

前記送信信号系列毎の受信信号復調部からの出力を前記送信信号分割部の分

割法と対応して結合し出力する受信信号結合部を有することを特徴とする多入力多出力伝搬路信号伝送装置。

【請求項 2】 複数のアンテナを備えた送信局と複数のアンテナを備えた受信局から成る多入力多出力伝搬路信号伝送装置であって、

前記送信局は、

送信信号を生成する送信信号生成部と、

前記送信信号を複数の信号系列に分割する送信信号分割部と、

前記送信信号分割部で分割された各送信信号系列を変調する送信信号変調部と、

前記送信信号変調部で変調された変調信号に前記受信局からのフィードバック回線を通じて通知された送信ウェイトを乗算する送信ウェイト乗算部とを有し、

前記受信局は、

受信信号から通信チャネル状況を推定し、チャネル推定情報を出力するチャネル推定部と、

前記チャネル推定部からのチャネル推定情報を一定時間蓄積するチャネル蓄積部と、

前記チャネル推定部の推定したチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線を通じて送信局側にフィードバックする送信ウェイト生成部と、

前記送信ウェイトを一定時間保持する送信ウェイト蓄積部と、

前記チャネル推定情報と受信信号とあらかじめ与えられている既知シンボル情報とを用いて受信電力状態を推定する受信電力推定部と、

前記チャネル蓄積部の蓄積している蓄積チャネル推定情報と前記送信ウェイト蓄積部の蓄積している蓄積送信ウェイト情報とを用いて第 1 の受信ウェイトを生成する第 1 の受信ウェイト生成部と、

前記チャネル推定部からのチャネル推定情報と前記蓄積送信ウェイト情報とを用いて第 2 の受信ウェイト情報を算出する第 2 の受信ウェイト生成部と、

前記第 1 の受信ウェイト情報、第 2 の受信ウェイト情報、送信ウェイト情報

、チャネル推定情報、受信電力状態を用いて伝送品質を推定し、使用する受信ウェイトを決定するウェイト選択部と、

前記受信信号に前記ウェイト選択部の決定した受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、

前記受信信号を復調する受信信号復調部とを有し、かつ、

前記受信局は、

前記送信信号系列毎の受信信号復調部からの出力を前記送信信号分割部の分割法と対応して結合し出力する受信信号結合部を有することを特徴とする多入力多出力伝搬路信号伝送装置。

【請求項3】 複数のアンテナを備えた送信局と複数のアンテナを備えた受信局から成る多入力多出力伝搬路信号伝送装置であって、

前記送信局は、

送信信号を生成する送信信号生成部と、

前記送信信号を複数の信号系列に分割する送信信号分割部と、

前記送信信号分割部で分割された各送信信号系列を変調する送信信号変調部と、

前記送信信号変調部で変調された変調信号に前記受信局からのフィードバック回線を通じて通知された送信ウェイトを乗算する送信ウェイト乗算部とを有し、

前記受信局は、

受信信号から通信チャネル状況を推定し、チャネル推定情報を出力するチャネル推定部と、

前記チャネル推定部からのチャネル推定情報を一定時間蓄積するチャネル蓄積部と、

前記チャネル推定部の推定したチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線を通じて送信局側にフィードバックする送信ウェイト生成部と、

前記送信ウェイトを一定時間保持する送信ウェイト蓄積部と、

前記チャネル推定情報と受信信号とあらかじめ与えられている既知シンボル

情報とを用いて受信電力状態を推定する受信電力推定部と、

前記チャネル推定情報、前記チャネル蓄積部に蓄積されている蓄積チャネル推定情報及び受信電力状態と、あらかじめ与えられている通信容量情報、遅延時間情報及びドップラー周波数情報とを用いて、受信ウェイト生成に用いるチャネル情報を選択するチャネル情報選択部と、

前記チャネル情報選択部の選択したチャネル情報と前記送信ウェイト蓄積部の蓄積している蓄積送信ウェイト情報とを用いて受信ウェイトを生成する受信ウェイト生成部と、

前記受信信号に前記受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、

前記受信信号を復調する受信信号復調部とを有し、かつ、

前記受信局は、

前記送信信号系列毎の受信信号復調部からの出力を前記送信信号分割部の分割法と対応して結合し出力する受信信号結合部を有することを特徴とする多入力多出力伝搬路信号伝送装置。

【請求項 4】 多入力多出力伝搬路信号伝送に用いられる、複数のアンテナを備えた受信局であって、

受信信号から通信チャネル状況を推定し、チャネル推定情報を出力するチャネル推定部と、前記チャネル推定部からのチャネル推定情報を一定時間蓄積するチャネル蓄積部と、前記チャネル推定部の推定したチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線を通じて送信局側にフィードバックする送信ウェイト生成部と、前記送信ウェイトを一定時間保持する送信ウェイト蓄積部と、前記チャネル蓄積部の蓄積している蓄積チャネル推定情報と前記送信ウェイト蓄積部の蓄積している蓄積送信ウェイト情報とを用いて受信ウェイトを生成する受信ウェイト生成部と、前記受信信号に前記受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、前記受信信号を復調する受信信号復調部とを、複数の送信信号系列毎に備え、かつ、

前記複数の送信信号系列毎の受信信号復調部からの出力を前記送信局の分割法と対応して結合し出力する受信信号結合部を備えたことを特徴とする受信局。

【請求項 5】 多入力多出力伝搬路信号伝送に用いられる、複数のアンテナ

を備えた受信局であって、

受信信号から通信チャネル状況を推定し、チャネル推定情報を出力するチャネル推定部と、前記チャネル推定部からのチャネル推定情報を一定時間蓄積するチャネル蓄積部と、前記チャネル推定部の推定したチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線を通じて送信局側にフィードバックする送信ウェイト生成部と、前記送信ウェイトを一定時間保持する送信ウェイト蓄積部と、前記チャネル推定情報と受信信号とあらかじめ与えられている既知シンボル情報とを用いて受信電力状態を推定する受信電力推定部と、前記チャネル蓄積部の蓄積している蓄積チャネル推定情報と前記送信ウェイト蓄積部の蓄積している蓄積送信ウェイト情報とを用いて第1の受信ウェイトを生成する第1の受信ウェイト生成部と、前記チャネル推定部からのチャネル推定情報と前記蓄積送信ウェイト情報とを用いて第2の受信ウェイト情報を算出する第2の受信ウェイト生成部と、前記第1の受信ウェイト情報、第2の受信ウェイト情報、送信ウェイト情報、チャネル推定情報、受信電力状態を用いて伝送品質を推定し、使用する受信ウェイトを決定するウェイト選択部と、前記受信信号に前記ウェイト選択部の決定した受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、前記受信信号を復調する受信信号復調部とを備え、かつ、

前記複数の送信信号系列毎の受信信号復調部からの出力を前記送信局の分割法と対応して結合し出力する受信信号結合部を備えたことを特徴とする受信局。

【請求項6】 多入力多出力伝搬路信号伝送に用いられる、複数のアンテナを備えた受信局であって、

受信信号から通信チャネル状況を推定し、チャネル推定情報を出力するチャネル推定部と、前記チャネル推定部からのチャネル推定情報を一定時間蓄積するチャネル蓄積部と、前記チャネル推定部の推定したチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線を通じて送信局側にフィードバックする送信ウェイト生成部と、前記送信ウェイトを一定時間保持する送信ウェイト蓄積部と、前記チャネル推定情報と受信信号とあらかじめ与えられている既知シンボル情報とを用いて受信電力状態を推定する受信電力推定部と、前記チャネル推定情報、前記チャネル蓄積部に蓄積されている蓄積チャネル推定情報及び受信電力状態

と、あらかじめ与えられている通信容量情報、遅延時間情報及びドップラー周波数情報とを用いて、受信ウェイト生成に用いるチャネル情報を選択するチャネル情報選択部と、前記チャネル情報選択部の選択したチャネル情報と前記送信ウェイト蓄積部の蓄積している蓄積送信ウェイト情報とを用いて受信ウェイトを生成する受信ウェイト生成部と、前記受信信号に前記受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、前記受信信号を復調する受信信号復調部とを備え、かつ、

前記複数の送信信号系列毎の受信信号復調部からの出力を前記送信局の分割法と対応して結合し出力する受信信号結合部を備えたことを特徴とする受信局。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、無線通信において、特に受信局から送信局へフィードバックされた情報を基に送信側の制御を行う場合に利用できる多入力多出力伝搬路信号伝送装置及び受信局に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、図 7 に示すような多入力多出力伝搬路信号伝送装置が提案されている。送信局 1 0 0 は送信信号を生成する送信信号生成部 1 0 1、# 1 ~ # N の送信アンテナ 1 0 2、# 1 ~ # K の送信信号分割部 1 0 3、# 1 ~ # K の送信処理部 1 0 4 を備えている。そして各送信処理部 1 0 3 は、送信信号変調部 1 0 5、乗算部 1 0 6、既知シンボル付加部 1 0 7 から構成されている。

【0 0 0 3】

他方、受信局 2 0 0 は # 1 ~ # L の受信アンテナ 2 0 1、既知シンボル分離部 2 0 2、# 1 ~ # K の等化处理部 2 0 3、チャネル推定部 2 0 4、送信ウェイト生成部 2 0 5、送信ウェイト蓄積部 2 0 6、受信ウェイト生成部 2 0 7、受信信号結合部 2 0 8 を備えている。そして各等化处理部 2 0 3 は、乗算部 2 0 9 と受信信号復調部 2 1 0 から構成されている。

【0 0 0 4】

この提案されている多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、送信局 1 0 0 はフ

フィードバック回線 400 の利用により、受信局 200 から送信ウェイト情報を信号送信前に受信する。フィードバック情報は受信アンテナ 201 の数 L と同じ数の #1 ~ # L の組となっており、#1 ~ # L の各組には送信アンテナ 102 の本数 N と同じ数のウェイト情報が含まれている。送信局 100 の送信信号分割部 103 では、受信局 200 からフィードバックされた送信ウェイト情報を参照し、送信ウェイト情報が全て 0 でない組の数 K と同じ数の系列 #1 ~ # K に送信信号を分割する。分割された #1 ~ # K の各送信信号系列は、それぞれ送信信号変調部 105 で変調され、受信局 200 側で等化处理を行うために用いられる既知シンボルを付加された後、乗算部 106 で対応する送信ウェイトと乗算される。乗算された各送信信号系列は対応する送信アンテナ 102 毎に加算され、送信される。

【0005】

いま、 K 個に分割された送信信号系列（ここでは、「ストリーム」と呼ぶ）のうち k 番目のストリームを $S_k(t)$ 、送信アンテナ本数を N 、 k 番目のストリームに対応する送信ウェイトベクトル ($N \times 1$ 列) を W_{Tk} とすると、多重化された送信信号ベクトル $X(t)$ は、

【数 1】

$$X(t) = \sum_{k=1}^K W_{Tk} S_k(t) \quad (1)$$

となる。

【0006】

受信局 200 では、無線伝搬路 300 によって歪んだ送信信号が受信される。送信信号系列の歪の様子は伝搬路 300 自体の形状と、各送受信アンテナ 102、201 の位置関係で決定される。

【0007】

いま、伝搬路 300 は各チャネルにおいて遅延波の影響が無視できるような一様フェージングチャネルを想定する。このとき、既知シンボルを用いて、チャネル推定部 204 において各送受信間の伝搬路特性を推定することで、この伝搬路

特性は、以下のチャネル行列Aによって示される。ただし、Lは受信アンテナ本数とする。

【0 0 0 8】

【数 2】

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1N} \\ \vdots & a_{ij} & \vdots \\ a_{L1} & \cdots & a_{LN} \end{bmatrix} \quad (2)$$

各受信アンテナ 2 0 1 で受信された受信信号 $\mathbf{r}(t)$ は、ノイズベクトルを $\mathbf{n}(t)$ とすると、

【数 3】

$$\mathbf{r}(t) = \mathbf{A}\mathbf{X}(t) + \mathbf{n}(t) \quad (3)$$

のように示される。

【0 0 0 9】

各受信アンテナ 2 0 1 で受信された信号は、既知シンボル分離部 2 0 2 において既知シンボルと送信情報シンボルとに分離され、送信情報シンボルは # 1 ~ # K の各送信信号系列と同じ数 K の等化处理部 2 0 3 に入力される。既知シンボルはチャネル推定部 2 0 4 に入力される。チャネル推定部 2 0 4 は、各送受信アンテナ 1 0 2、2 0 1 間の伝搬路特性を推定し、チャネル推定情報を出力する。

【0 0 1 0】

受信局 2 0 0 の送信ウェイト生成部 2 0 5 では、チャネル推定情報を用いて送信ウェイトを生成する。この送信ウェイト生成には通常、固有値演算や特異値演算を用いる。具体的には、(4) 式のようにチャネル相間行列 $\mathbf{A}^H \mathbf{A}$ の固有値分解を行うと、以下の関係を満たす K 個 ($K = \min(N, L)$) の固有ベクトル \mathbf{e}_k が得られる。ただし、Hは複素転置を示している。

【0 0 1 1】

【数 4】

$$\begin{aligned} \mathbf{e}_i^H (\mathbf{A}^H \mathbf{A}) \mathbf{e}_i &= \lambda_i \quad (i = 0, \dots, K) \\ \mathbf{e}_i^H (\mathbf{A}^H \mathbf{A}) \mathbf{e}_j &= 0 \quad (i \neq j) \end{aligned} \quad (4)$$

(4) 式で、 λ_i は i 番目の固有ベクトルに対応する固有値を示す。上記 \mathbf{e}_k を用いて k 番目のストリームに対する送信ウェイトベクトルを、

【数 5】

$$\mathbf{W}_{Tk} = \mathbf{e}_k \quad (5)$$

のように生成する。この時点で生成された送信ウェイトは、フィードバック回線 4 0 0 を通じて送信局 1 0 0 へ送信され、次の送信時に使用される。

【0 0 1 2】

送信ウェイト生成部 2 0 5 で生成された送信ウェイトは、送信ウェイトがフィードバックされ、信号送信に用いられて受信局 2 0 0 で受信されるまで各送信ウェイト蓄積部 2 0 6 において保持される。その後、蓄積されている送信ウェイトは受信ウェイト生成部 2 0 7 に入力される。受信ウェイト生成部 2 0 7 では、蓄積されている送信ウェイトとチャネル推定部 2 0 4 からのチャネル推定値とを用いて受信ウェイトを算出する。

【0 0 1 3】

この受信ウェイトベクトル (1 行 \times L 列) \mathbf{W}_{Rk} は、

【数 6】

$$\mathbf{W}_{Rk} = (\mathbf{A} \mathbf{e}_k)^H \quad (6)$$

により生成される。

【0 0 1 4】

各等化処理部 2 0 3 では、乗算部 2 0 9 で受信ウェイト生成部 2 0 7 からの受信ウェイト情報を受信信号と乗算して合成し、さらに受信信号復調部 2 1 0 で復調処理を行う。

【0 0 1 5】

k 番目のストリームに対する合成後出力 $y_k(t)$ は、

【数 7】

$$\begin{aligned} y_k(t) &= \mathbf{W}_{Rk} \mathbf{A} \mathbf{X}(t) \\ &= \mathbf{W}_{Tk}^H \mathbf{A}^H \mathbf{A} \sum_{m=1}^K \mathbf{W}_{Tm} S_m(t) + \mathbf{W}_{Tk}^H \mathbf{A}^H \mathbf{n}(t) \quad (7) \\ &= \lambda_k S_k(t) + \mathbf{W}_{Tk}^H \mathbf{A}^H \mathbf{n}(t) \end{aligned}$$

となる。

【0016】

そして各等化処理部 203 での復調処理後の #1 ~ #K の受信信号は、受信信号結合部 208 において送信信号分割部 103 の分割法と対応した形で結合され、送信信号系列が得られる。

【0017】

このように、提案されている多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、送受信ウェイトを生成して用いることにより、多重化された多くのストリームからの干渉を全く受けずに所望のストリームのみを抽出することができる。この結果、周波数良好率を従来の 1 ストリームのみを伝送する場合と比較して飛躍的に高めることができるのである。

【0018】

【非特許文献 1】

宮下、西村、大鐘、小川、鷹取、長著、「MIMO チャンネルにおける固有ビーム空間分割多重 (E-SDM) 方式」、電子情報通信学会技報、RCS 2002-53、2002 年 5 月。

【0019】

【非特許文献 2】

西村、大鐘、小川、鷹取、長著、「固有ビーム空間分割多重方式におけるチャネル推定誤差を考慮した場合の特性評価」、電子情報通信学会技報、RCS 2002-94、2002 年 7 月。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、受信局で算出したウェイト情報をフィードバック回線を用いて送信局に通知する際に遅延が生じ、通信路チャネルが変動してしまう。このような変動が発生すれば、通信チャネルと送受信ウェイトの整合性が乱れ、伝送特性の劣化が生じてしまう。

【0021】

つまり、従来提案されている技術では、送信ウェイトベクトルを生成したときのチャネル行列をC、実際に通信を行った際のチャネル行列をC' とすると、送信ウェイトベクトルはチャネル行列Cに対して生成されているのに対して、受信ウェイトベクトル W_{Rk} は、 $W_{Rk} = (C' e_k)^H$ のように、C' に基づいて生成される。このときの受信局における合成後信号 $y_k(t)$ は、

【数8】

$$\begin{aligned} y_k(t) &= W_{Rk} C' X(t) \\ &= W_{Tk}^H C'^H C' \sum_{m=1}^K W_{Tm} S_m(t) + W_{Tk}^H C'^H n(t) \end{aligned} \quad (8)$$

となる。このとき W_{Tk} は $C^H C$ の固有ベクトルであり、 $C'^H C'$ の固有値ではないため、他ストリームからの干渉成分を消去できない。この結果、伝送特性の劣化が生じるという問題点があった。

【0022】

本発明は、このような従来提案されている多入力多出力伝搬路信号伝送装置の技術的課題に鑑みてなされたものであり、ウェイト生成時に現在のチャネル情報だけでなく、フィードバック時点のチャネル情報をも用いることによって送受信ウェイトの整合性を向上させ、伝送特性の劣化を減少させることができる多入力多出力伝搬路信号伝送技術を提供することを目的とする。

【0023】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明は、複数のアンテナを備えた送信局と複数のアンテナを備えた受信局から成る多入力多出力伝搬路信号伝送装置であって、

前記送信局は、送信信号を生成する送信信号生成部と、前記送信信号を複数の信号系列に分割する送信信号分割部と、前記送信信号分割部で分割された各送信信号系列を変調する送信信号変調部と、前記送信信号変調部で変調された変調信号に前記受信局からのフィードバック回線を通じて通知された送信ウェイトを乗算する送信ウェイト乗算部とを有し、

前記受信局は、受信信号から通信チャネル状況を推定し、チャネル推定情報を出力するチャネル推定部と、前記チャネル推定部からのチャネル推定情報を一定時間蓄積するチャネル蓄積部と、前記チャネル推定部の推定したチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線を通じて送信局側にフィードバックする送信ウェイト生成部と、前記送信ウェイトを一定時間保持する送信ウェイト蓄積部と、前記チャネル蓄積部の蓄積している蓄積チャネル推定情報と前記送信ウェイト蓄積部の蓄積している蓄積送信ウェイト情報とを用いて受信ウェイトを生成する受信ウェイト生成部と、前記受信信号に前記受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、前記受信信号を復調する受信信号復調部とを有し、かつ、前記受信局は、前記送信信号系列毎の受信信号復調部からの出力を前記送信信号分割部の分割法と対応して結合し出力する受信信号結合部を有するものである。

【0024】

請求項1の発明の多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、受信局側において、受信信号から通信チャネル状況を推定し、このチャネル推定情報を一定時間蓄積し、またチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、これをフィードバック回線によって送信局側にフィードバックし、またこの送信ウェイトを一定時間保持しておき、蓄積チャネル推定情報と蓄積送信ウェイト情報とを用いて受信ウェイトを生成し、受信信号にこの受信ウェイトを乗算し、送信信号系列毎に受信信号を復調する。そして送信信号系列毎の復調信号を送信局側の送信信号分割部の分割法と対応して結合し、元の送信信号を得て出力する。

【0025】

こうして、請求項1の発明の多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、ウェイト生成時に現在のチャネル情報だけでなく、フィードバック時点のチャネル情報を

も用いることにより、送受信ウェイトの整合性を向上させ、伝送特性の劣化を減少させる。

【0026】

請求項2の発明は、複数のアンテナを備えた送信局と複数のアンテナを備えた受信局から成る多入力多出力伝搬路信号伝送装置であって、

前記送信局は、送信信号を生成する送信信号生成部と、前記送信信号を複数の信号系列に分割する送信信号分割部と、前記送信信号分割部で分割された各送信信号系列を変調する送信信号変調部と、前記送信信号変調部で変調された変調信号に前記受信局からのフィードバック回線を通じて通知された送信ウェイトを乗算する送信ウェイト乗算部とを有し、

前記受信局は、受信信号から通信チャネル状況を推定し、チャネル推定情報を出力するチャネル推定部と、前記チャネル推定部からのチャネル推定情報を一定時間蓄積するチャネル蓄積部と、前記チャネル推定部の推定したチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線を通じて送信局側にフィードバックする送信ウェイト生成部と、前記送信ウェイトを一定時間保持する送信ウェイト蓄積部と、前記チャネル推定情報と受信信号とあらかじめ与えられている既知シンボル情報とを用いて受信電力状態を推定する受信電力推定部と、前記チャネル蓄積部の蓄積している蓄積チャネル推定情報と前記送信ウェイト蓄積部の蓄積している蓄積送信ウェイト情報とを用いて第1の受信ウェイトを生成する第1の受信ウェイト生成部と、前記チャネル推定部からのチャネル推定情報と前記蓄積送信ウェイト情報とを用いて第2の受信ウェイト情報を算出する第2の受信ウェイト生成部と、前記第1の受信ウェイト情報、第2の受信ウェイト情報、送信ウェイト情報、チャネル推定情報、受信電力状態を用いて伝送品質を推定し、使用する受信ウェイトを決定するウェイト選択部と、前記受信信号に前記ウェイト選択部の決定した受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、前記受信信号を復調する受信信号復調部とを有し、かつ、

前記受信局は、前記送信信号系列毎の受信信号復調部からの出力を前記送信信号分割部の分割法と対応して結合し出力する受信信号結合部を有するものである。

【0027】

請求項2の発明の多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、受信局側において、受信信号から通信チャネル状況を推定し、このチャネル推定情報を一定時間蓄積し、またこのチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線を通じて送信局側に送信し、またこの送信ウェイトを一定時間保持する。また、チャネル推定情報とあらかじめ与えられている既知シンボル情報を用いて受信電力状態を推定する。そして、蓄積チャネル推定情報と蓄積送信ウェイト情報とを用いて第1の受信ウェイトを生成し、同時にチャネル推定情報と蓄積送信ウェイト情報とを用いて第2の受信ウェイト情報を算出し、これらの第1の受信ウェイト情報、第2の受信ウェイト情報、送信ウェイト情報、チャネル推定情報、受信電力状態を用いて伝送品質を推定し、使用する受信ウェイトを決定し、受信信号にこの受信ウェイトを乗算し、送信信号系列毎に受信信号を復調する。そして送信信号系列毎の復調信号を送信局側の送信信号分割部の分割法と対応して結合し、元の送信信号を得て出力する。

【0028】

こうして、請求項2の発明の多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、現在のチャネル情報に基づく送受信ウェイト生成と同時に、蓄積チャネル推定情報に基づく送受信ウェイト生成を行い、各ウェイト情報と対応するチャネル情報、受信電力状態を用いて伝送品質を推定し、使用する送受信ウェイトを決定することによって、送受信ウェイトの整合性を向上させ、伝送特性の劣化を減少させる。

【0029】

請求項3の発明は、複数のアンテナを備えた送信局と複数のアンテナを備えた受信局から成る多入力多出力伝搬路信号伝送装置であって、

前記送信局は、送信信号を生成する送信信号生成部と、前記送信信号を複数の信号系列に分割する送信信号分割部と、前記送信信号分割部で分割された各送信信号系列を変調する送信信号変調部と、前記送信信号変調部で変調された変調信号に前記受信局からのフィードバック回線を通じて通知された送信ウェイトを乗算する送信ウェイト乗算部とを有し、

前記受信局は、受信信号から通信チャネル状況を推定し、チャネル推定情報を

出力するチャネル推定部と、前記チャネル推定部からのチャネル推定情報を一定時間蓄積するチャネル蓄積部と、前記チャネル推定部の推定したチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線を通じて送信局側にフィードバックする送信ウェイト生成部と、前記送信ウェイトを一定時間保持する送信ウェイト蓄積部と、前記チャネル推定情報と受信信号とあらかじめ与えられている既知シンボル情報とを用いて受信電力状態を推定する受信電力推定部と、前記チャネル推定情報、前記チャネル蓄積部に蓄積されている蓄積チャネル推定情報及び受信電力状態と、あらかじめ与えられている通信容量情報、遅延時間情報及びドップラー周波数情報とを用いて、受信ウェイト生成に用いるチャネル情報を選択するチャネル情報選択部と、前記チャネル情報選択部の選択したチャネル情報と前記送信ウェイト蓄積部の蓄積している蓄積送信ウェイト情報とを用いて受信ウェイトを生成する受信ウェイト生成部と、前記受信信号に前記受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、前記受信信号を復調する受信信号復調部とを備え、かつ、

前記受信局は、前記送信信号系列毎の受信信号復調部からの出力を前記送信信号分割部の分割法と対応して結合し出力する受信信号結合部を備えたものである。

【0030】

請求項3の発明の多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、受信局側において、受信アンテナによって受信した受信信号から通信チャネル状況を推定し、このチャネル推定情報を一定時間蓄積し、またチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、これを一定時間保持する。また、チャネル推定情報とあらかじめ与えられている既知シンボル情報を用いて受信電力状態を推定する。そしてチャネル推定情報、前記チャネル蓄積部に蓄積されている蓄積チャネル推定情報及び受信電力状態と、あらかじめ与えられている通信容量情報、遅延時間情報及びドップラー周波数情報とを用いて受信ウェイト生成に用いるチャネル情報を選択し、さらにこの選択したチャネル情報と蓄積送信ウェイト情報とを用いて受信ウェイトを生成し、受信信号にこの受信ウェイトを乗算し、送信信号系列毎に受信信号を復調する。そして送信信号系列毎の復調信号を送信局側の送信信号分割部の分割法と

対応して結合し、元の送信信号を得て出力する。

【0 0 3 1】

こうして、請求項 3 の発明の多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、事前取得してある特性データを利用することで伝送品質を推定し、使用するチャネル情報を決定することによって送受信ウェイトの整合性を向上させ、伝送特性の劣化を減少させる。加えて、ウェイト生成部の数を削減し、受信局の複雑度を軽減する。

【0 0 3 2】

請求項 4 の発明は、多入力多出力伝搬路信号伝送に用いられる、複数のアンテナを備えた受信局であって、受信信号から通信チャネル状況を推定し、チャネル推定情報を出力するチャネル推定部と、前記チャネル推定部からのチャネル推定情報を一定時間蓄積するチャネル蓄積部と、前記チャネル推定部の推定したチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線を通じて送信局側にフィードバックする送信ウェイト生成部と、前記送信ウェイトを一定時間保持する送信ウェイト蓄積部と、前記チャネル蓄積部の蓄積している蓄積チャネル推定情報と前記送信ウェイト蓄積部の蓄積している蓄積送信ウェイト情報とを用いて受信ウェイトを生成する受信ウェイト生成部と、前記受信信号に前記受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、前記受信信号を復調する受信信号復調部とを備え、かつ、前記複数の送信信号系列毎の受信信号復調部からの出力を前記送信局の分割法と対応して結合し出力する受信信号結合部を備えたものである。

【0 0 3 3】

請求項 4 の発明の受信局では、受信信号から通信チャネル状況を推定し、このチャネル推定情報を一定時間蓄積し、またチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、これをフィードバック回線によって送信局側にフィードバックし、またこの送信ウェイトを一定時間保持しておき、蓄積チャネル推定情報と蓄積送信ウェイト情報とを用いて受信ウェイトを生成し、受信信号にこの受信ウェイトを乗算し、送信信号系列毎に受信信号を復調する。そして送信信号系列毎の復調信号を送信局側の送信信号分割部の分割法と対応して結合し、元の送信信号を得て出力する。

【0034】

これにより、これを受信局として採用する多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、ウェイト生成時に現在のチャネル情報だけでなく、フィードバック時点のチャネル情報をも用いることにより、送受信ウェイトの整合性を向上させ、伝送特性の劣化を減少させることができる。

【0035】

請求項5の発明は、多入力多出力伝搬路信号伝送に用いられる、複数のアンテナを備えた受信局であって、受信信号から通信チャネル状況を推定し、チャネル推定情報を出力するチャネル推定部と、前記チャネル推定部からのチャネル推定情報を一定時間蓄積するチャネル蓄積部と、前記チャネル推定部の推定したチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線を通じて送信局側にフィードバックする送信ウェイト生成部と、前記送信ウェイトを一定時間保持する送信ウェイト蓄積部と、前記チャネル推定情報と受信信号とあらかじめ与えられている既知シンボル情報とを用いて受信電力状態を推定する受信電力推定部と、前記チャネル蓄積部の蓄積している蓄積チャネル推定情報と前記送信ウェイト蓄積部の蓄積している蓄積送信ウェイト情報とを用いて第1の受信ウェイトを生成する第1の受信ウェイト生成部と、前記チャネル推定部からのチャネル推定情報と前記蓄積送信ウェイト情報とを用いて第2の受信ウェイト情報を算出する第2の受信ウェイト生成部と、前記第1の受信ウェイト情報、第2の受信ウェイト情報、送信ウェイト情報、チャネル推定情報、受信信号状態を用いて伝送品質を推定し、使用する受信ウェイトを決定するウェイト選択部と、前記受信信号に前記ウェイト選択部の決定した受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、前記受信信号を復調する受信信号復調部とを備え、かつ、前記複数の送信信号系列毎の受信信号復調部からの出力を前記送信局の分割法と対応して結合し出力する受信信号結合部を備えたものである。

【0036】

請求項5の発明の受信局では、受信信号から通信チャネル状況を推定し、このチャネル推定情報を一定時間蓄積し、またこのチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線を通じて送信局側に送信し、またこの送信ウェ

イトを一定時間保持する。また、チャネル推定情報と受信信号とあらかじめ与えられている既知シンボル情報を用いて受信電力状態を推定する。そして、蓄積チャネル推定情報と蓄積送信ウェイト情報とを用いて第 1 の受信ウェイトを生成し、同時にチャネル推定情報と蓄積送信ウェイト情報とを用いて第 2 の受信ウェイト情報を算出し、これらの第 1 の受信ウェイト情報、第 2 の受信ウェイト情報、送信ウェイト情報、チャネル推定情報、受信信号状態を用いて伝送品質を推定し、使用する受信ウェイトを決定し、受信信号にこの受信ウェイトを乗算し、送信信号系列毎に受信信号を復調する。そして送信信号系列毎の復調信号を送信局側の送信信号分割部の分割法と対応して結合し、元の送信信号を得て出力する。

【0 0 3 7】

これにより、この受信局を採用する多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、現在のチャネル情報に基づく送受信ウェイト生成と同時に、蓄積チャネル推定情報に基づく送受信ウェイト生成を行い、各ウェイト情報と対応するチャネル情報、受信電力状態を用いて伝送品質を推定し、使用する送受信ウェイトを決定することによって、送受信ウェイトの整合性を向上させ、伝送特性の劣化を減少させることができる。

【0 0 3 8】

請求項 6 の発明は、多入力多出力伝搬路信号伝送に用いられる、複数のアンテナを備えた受信局であって、受信信号から通信チャネル状況を推定し、チャネル推定情報を出力するチャネル推定部と、前記チャネル推定部からのチャネル推定情報を一定時間蓄積するチャネル蓄積部と、前記チャネル推定部の推定したチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線を通じて送信局側にフィードバックする送信ウェイト生成部と、前記送信ウェイトを一定時間保持する送信ウェイト蓄積部と、前記チャネル推定情報と受信信号とあらかじめ与えられている既知シンボル情報とを用いて受信電力状態を推定する受信電力推定部と、前記チャネル推定情報、前記チャネル蓄積部に蓄積されている蓄積チャネル推定情報及び受信電力状態と、あらかじめ与えられている通信容量情報、遅延時間情報及びドップラー周波数情報とを用いて、受信ウェイト生成に用いるチャネル情報を選択するチャネル情報選択部と、前記チャネル情報選択部の選択したチ

チャネル情報と前記送信ウェイト蓄積部の蓄積している蓄積送信ウェイト情報とを用いて受信ウェイトを生成する受信ウェイト生成部と、前記受信信号に前記受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部と、前記受信信号を復調する受信信号復調部とを備え、かつ、前記複数の送信信号系列毎の受信信号復調部からの出力を前記送信局の分割法と対応して結合し出力する受信信号結合部を備えたものである。

【0039】

請求項6の発明の受信局では、受信アンテナによって受信した受信信号から通信チャネル状況を推定し、このチャネル推定情報を一定時間蓄積し、またチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、これを一定時間保持する。また、チャネル推定情報と受信信号とあらかじめ与えられている既知シンボル情報を用いて受信電力状態を推定する。そしてチャネル推定情報、前記チャネル蓄積部に蓄積されている蓄積チャネル推定情報及び受信電力状態と、あらかじめ与えられている通信容量情報、遅延時間情報及びドップラー周波数情報とを用いて受信ウェイト生成に用いるチャネル情報を選択し、さらにこの選択したチャネル情報と蓄積送信ウェイト情報とを用いて受信ウェイトを生成し、受信信号にこの受信ウェイトを乗算し、送信信号系列毎に受信信号を復調する。そして送信信号系列毎の復調信号を送信局側の送信信号分割部の分割法と対応して結合し、元の送信信号を得て出力する。

【0040】

これにより、これを受信局として採用する多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、事前に取得してある特性データを利用することで伝送品質を推定し、使用するチャネル情報を決定することによって送受信ウェイトの整合性を向上させ、伝送特性の劣化を減少させる。加えて、ウェイト生成部の数を削減し、受信局の複雑度を軽減する。

【0041】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて詳説する。

【0042】

〔第1の実施の形態〕図1に本発明の第1の実施の形態の多入力多出力伝搬路信号伝送装置の構成を示している。この実施の形態の多入力多出力伝搬路信号伝送装置における送信局100は、送信信号を生成する送信信号生成部101と、#1～#Nの送信アンテナ102と、送信信号を#1～#Kの複数の信号系列に分割する送信信号分割部103と、送信信号分割部103で分割された#1～#K各々の信号に対して所定の送信処理を実施し、各送信アンテナ102に出力する#1～#Kの送信処理部104を備えている。そして#1～#Kの送信処理部104各々は、#1～#Kの各送信信号系列を変調する送信信号変調部105、この送信信号変調部105で変調された変調信号に受信局200からのフィードバック回線400を通じて通知された送信ウェイトを乗算する送信ウェイト乗算部106、既知シンボル付加部107から構成されている。

【0043】

本実施の形態の多入力多出力伝搬路信号伝送装置における受信局200は、#1～#Lの受信アンテナ201と、既知シンボル分離部202と、#1～#Kの等化処理部203と、#1～#Lの受信アンテナ201各々によって受信した受信信号から通信チャネル状況を推定し、チャネル推定情報を出力するチャネル推定部204と、このチャネル推定部204の推定したチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線400を通じて送信局側にフィードバックする送信ウェイト生成部205と、送信ウェイトを一定時間保持する送信ウェイト蓄積部206と、チャネル推定部204からのチャネル推定情報を一定時間蓄積するチャネル蓄積部211と、このチャネル蓄積部211の蓄積している蓄積チャネル推定情報と送信ウェイト蓄積部206の蓄積している蓄積送信ウェイト情報とを用いて受信ウェイトを生成する受信ウェイト生成部212と、#1～#Kの等化処理部203からの復調された受信信号を送信局100側の送信信号分割部103の分割法と対応して結合し出力する受信信号結合部208を備えている。

【0044】

そして#1～#Kの等化処理部203各々は、提案されている図7の装置と同様、受信信号に受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部209と、受信信号

を復調する受信信号復調部 210 から構成されている。

【0045】

次に、上記構成の第1の実施の形態の多入力多出力伝搬路信号伝送装置による信号送受信処理について説明する。

【0046】

従来提案されている図7の多入力多出力伝搬路信号伝送装置における信号処理では、送受信ウェイトの生成時に現在のチャネルに対する推定値を用いていたのに対して、本実施の形態の多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、チャネル推定値を一定時間保持するチャネル蓄積部 211 を備え、これに蓄積されたチャネル情報を用いてウェイト生成を行う点に特徴がある。

【0047】

つまり、従来の信号処理においては、(5)、(6)式のようにチャネル推定値を基に固有値計算を行い、現在の伝搬路に整合した形で送受信ウェイトを算出して伝送時に用いているが、送信ウェイト情報はフィードバック回線を用いて伝達される関係上、送信ウェイトが反映されるまでに遅延が発生し、伝搬路との整合性が乱れ、伝送容量が劣化するといった事態が起こる。

【0048】

このような状況に対応するために、本実施の形態の多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、送信ウェイトと受信ウェイトとの整合性を保持することを目的に、現時点で用いられている送信ウェイトを生成した時点でのチャネル推定値をチャネル蓄積部 211 にて蓄積し、この蓄積チャネル推定情報を用いて受信ウェイトを生成する。このことにより、送信ウェイトのフィードバックに伴う遅延による送信ウェイトと受信ウェイトとの不整合性を低減することができる。

【0049】

これを数式を用いて説明する。従来提案の信号処理では受信ウェイトを $W_{Rk} = (C' e_k)^H$ として生成していたところを、本実施の形態では、 $W_{Rk} = (C e_k)^H$ として生成する。このときの合成後信号 $y_k(t)$ は、

【数 9】

$$\begin{aligned}
 y_k(t) &= \mathbf{W}_{Rk} \mathbf{C}' \mathbf{X}(t) \\
 &= \mathbf{W}_{Tk}^H \mathbf{C}^H \mathbf{C}' \sum_{m=1}^K \mathbf{W}_{Tm} S_m(t) + \mathbf{W}_{Tk}^H \mathbf{C}' \mathbf{H} \mathbf{n}(t) \quad (9)
 \end{aligned}$$

となる。以上の動作により、本実施の形態ではフィードバックによる遅延が生じた際の影響を低減することが可能となり、伝送特性の劣化を低減することができる。

【0 0 5 0】

〔第 2 の実施の形態〕図 2 に本発明の第 2 の実施の形態の多入力多出力伝搬路信号伝送装置及びそれに用いる受信局を示している。第 2 の実施の形態では、図 1 に示した第 1 実施の形態と比較して、送信局 1 0 0 の構成は同じであるが、受信局 2 0 0 の構成が次のように変更されている。なお、図 2 において、図 1 に示した第 1 の実施の形態と共通するものには同一の符号を付して示してある。

【0 0 5 1】

本実施の形態における受信局 2 0 0 は、第 1 の実施の形態における受信ウェイト生成部 2 1 2 と同等の第 1 受信ウェイト生成部 2 1 2 1 に加えて、現時点のチャネル推定値と算出固有値を用いてウェイトを生成する図 7 の提案装置における受信ウェイト生成部 2 0 7 と同等の第 2 受信ウェイト生成部 2 1 2 2 を備え、また、受信電力推定部 2 2 0 と既知シンボル情報部 2 2 1 を備えている。

【0 0 5 2】

受信局 2 0 0 はさらに、これら受信電力推定部 2 2 0 からの受信電力推定情報、第 1 受信ウェイト生成部 2 1 2 1 の第 1 受信ウェイト情報、第 2 受信ウェイト生成部 2 1 2 2 の第 2 受信ウェイト情報、送信ウェイト情報、チャネル推定情報、チャネル情報を用いて使用する受信ウェイトを決定するウェイト選択部 2 1 3 を備えている。このウェイト選択部 2 1 3 は、選択した受信ウェイトを等化処理部 2 0 3 の受信ウェイト乗算部 2 0 9 に出力する。

【0 0 5 3】

第 1 の実施の形態の多入力多出力伝搬路信号伝送装置の実行する信号処理では

送受信ウェイトの整合性は保たれるが、伝搬路と受信ウェイトの整合性が乱れ、伝送特性が劣化する場合があり得る。

【0054】

これに対して、第2の実施の形態の多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、図7の提案装置にある現在のチャネル情報に基づく送受信ウェイト生成と、第1の実施の形態の信号送受信装置が備えている蓄積チャネル推定情報に基づく送受信ウェイト生成を同時に行い、ウェイト選択部213において各送受信ウェイト情報と受信電力状態を用いて伝送品質を推定し、使用する送受信ウェイトを決定することにより、良好な伝送特性を保つようにしている。

【0055】

既知シンボル情報部221の既知シンボル情報は、送信時に付加した既知シンボル系列であり、受信電力推定部220は、既知シンボル分離部202からの#1～#Lの各チャネルの信号を用い、以下のようにして各受信信号電力及びノイズ電力を推定する。いま、第1ブランチで受信された既知シンボル系列を r_1 、第kストリームの既知シンボル系列及びチャネル推定値をそれぞれ $S_{training\ k}$ 、 h_k とすると、推定される第kストリームの受信信号電力 P_{sk} 及びノイズ電力 P_N は、(10)式ようになる。

【0056】

【数10】

$$P_{sk} = (h_k S_{training\ k})^2$$

$$P_N = \left[\frac{1}{L} \left(\sum_{l=1}^L r_l - \sum_{i=1}^K h_i S_{training\ i} \right)^2 \right] \quad (10)$$

伝送品質Capacityは、例えば、(11)式で算出できる。

【0057】

【数 11】

$$\begin{aligned}
 \text{Capacity} &= \sum_{k=1}^K \log_2 (1 + S_k / (I_k + N_k)) \\
 S_k(t) &= (\mathbf{W}_{R_k}^H \mathbf{A} \mathbf{W}_{T_k})^2 P_{S_k} \\
 I_k &= \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq k}}^K (\mathbf{W}_{R_k}^H \mathbf{A} \mathbf{W}_{T_m})^2 P_{S_m} \\
 N_k &= (\mathbf{W}_{R_k}^H)^2 P_N
 \end{aligned} \quad (11)$$

受信ウェイトとして、第1受信ウェイトと第2受信ウェイトとをそれぞれ上式の \mathbf{W}_{Rk} に代入し、各ストリームの伝送品質を推定し、伝送品質の良い方の受信ウェイトを選択する。ここではさらに、装置構成の複雑度は増すが、各ストリームで使用する受信ウェイトの全組合せ（ K ストリームある場合は 2^K 通り）において最も伝送品質の良い組合せを用いる信号処理を採用することもできる。

【0058】

この第2の実施の形態の多入力多出力伝搬路信号伝送装置によれば、以上の信号処理によって送信ウェイトと受信ウェイトとの不整合性及び伝搬路と受信ウェイトとの不整合性を勘案して受信ウェイトを決定することができ、伝搬路状況及びフィードバック遅延状況によらず良好な特性を獲得できる。

【0059】

〔第3の実施の形態〕図3を用いて、本発明の第3の実施の形態の多入力多出力伝搬路信号伝送装置及びそれに用いる受信局について説明する。第3の実施の形態の多入力多出力伝搬路信号伝送装置では、送信局100の構成は第1、第2の実施の形態と共通であるが、受信局200は次のような構成である。なお、図3において、図1に示した第1の実施の形態と共通するものには同一の符号を付して示してある。

【0060】

本実施の形態における受信局200は、受信信号から通信チャネル状況を推定し、チャネル推定情報を出力するチャネル推定部204と、このチャネル推定部

204からのチャネル推定情報を一定時間蓄積するチャネル蓄積部211と、このチャネル推定部211の推定したチャネル推定情報から送信ウェイトを算出し、フィードバック回線400を通じて送信局100側にフィードバックする送信ウェイト生成部205と、送信ウェイトを一定時間保持する送信ウェイト蓄積部206を備えている。受信局200はまた、第2の実施の形態と同様の受信電力推定部220と既知シンボル情報部221を備えている。

【0061】

受信局200はさらに、各ウェイト生成法における通信容量特性を記録する通信容量情報記憶部216と、ドップラー周波数情報、フィードバック遅延時間情報、受信電力情報を入力に、事前に通信容量特性記憶部216に記録された各ウェイト生成法における通信容量特性と照らし合わせることで、受信ウェイト生成に用いるチャネル情報を選択するチャネル情報選択部215と、このチャネル情報選択部215の選択したチャネル情報と送信ウェイト蓄積部206の蓄積している蓄積送信ウェイト情報とを用いて受信ウェイトを生成する受信ウェイト生成部214と、受信信号に受信ウェイトを乗算し、受信信号を復調する等化処理部203を有し、さらに、送信信号系列毎の復調信号を送信局100側の送信信号分割部103の分割法と対応して結合し出力する受信信号結合部208を備えている。

【0062】

上記の等化処理部203については、第1、第2の実施の形態と同様に、信号系列毎に受信信号に受信ウェイトを乗算する受信ウェイト乗算部209と、受信信号を復調する受信信号復調部210から構成されている。

【0063】

なお、入力となる遅延時間情報218は、例えば、システム設計時のプロトコルから取得する。そしてドップラー周波数情報は、ドップラー周波数推定部217が、例えば、以下のような方法で推定する。いま、時刻 t_1 に推定されたチャネル応答を h_1 、時刻 t_2 に推定されたチャネル応答を h_2 とすると、ドップラー周波数 f_D は以下の式(12)で求まる。ただし、 $\text{Re}(\cdot)$ 、 $\text{Im}(\cdot)$ はそれぞれ実部、虚数部を取る操作である。

【0064】

【数12】

$$f_D = \frac{\tan^{-1}(\text{Im}(h_2)/\text{Re}(h_2)) - \tan^{-1}(\text{Im}(h_1)/\text{Re}(h_1))}{2\pi(t_2 - t_1)} \quad (12)$$

また、通信容量特性記憶部216へ記録される通信容量特性の取得方法は、次の通りである。図4に示す機能構成の計算機シミュレータ240A、240Bを用い、通信容量特性の取得においては、ドップラー周波数設定部231、遅延時間情報設定部232、伝搬路設定部233、SNR設定部234によりドップラー周波数の範囲、遅延時間情報、チャネル変動特性、受信SNRなど、実際の通信環境を想定してパラメータ設定を行い、各ウェイト生成法における通信容量特性を実際の通信を行う以前に取得し、これを通信容量特性記憶部216に記録しておく。記録される通信容量特性について、その一例を図5に示してある。実線はシミュレータ240Aによるウェイト生成法1における通信容量特性、破線はシミュレータ240Bによるウェイト生成法2における通信容量特性を示している。

【0065】

チャネル情報選択部215では、このような通信容量特性を用いて現時点のチャネル状況で良好な特性が得られる方のウェイトに対応したチャネル情報を選択し、受信ウェイト生成部214に出力する。

【0066】

この第3の実施の形態は、第2の実施の形態と構成が異なるのみで得られる特性は同一のものとなるが、事前に取得した特性データを利用することでウェイト生成部の数を削減でき、受信局の複雑度を低減することができる。また、チャネル情報選択部では、単に二つのチャネル情報を選択するだけでなく、適切な重み付けを行って合成することで、より精度の高いチャネル情報を出力することも可能である。

【0067】

【実施例】

本発明の改善効果の評価を目的に、計算機シミュレーションを行った。シミュレーション条件を以下に示す。

【0 0 6 8】

送受信アンテナ本数は共に 4 本とし、変調方式は B P S K、Q P S K、1 6 Q A M、6 4 Q A M を伝搬路品質に応じて適応的に切り替える構成とした。チャネル符号化は行っていない。各送信信号系列は等電力で送信されるものとした。伝搬路は各送受信アンテナ間で遅延波の影響が無視できるような一様フェージングチャネルを想定し、送信ブランチ間及び受信ブランチ間の相関特性は次の参考文献の Case II を参考に表 1 のように設定した。平均信号電力対雑音電力比は 4 0 d B とした。受信ウェイトはフェージングに追従してシンボル毎に更新されるものとした。

【0 0 6 9】

【表 1】

角度広がり	送信側：5°、受信側：35° (共にラプラス分布)
送受信アンテナ間隔	送信：10λ間隔 受信：0.5λ間隔
アンテナ指向性	無指向性

【参考文献】 “Joint 3GPP 3GPP2 Spatial Channel Modeling AHG Status Report”、RAN1 #27、July 2-5, 2002。

【0 0 7 0】

従来の提案技術による装置及び第 1 の実施の形態の装置による方式について、横軸をフィードバック前後の伝搬路の相関、縦軸を平均スループットとして評価した結果を図 6 に示してある。両方式共に横軸の値が小さくなるほどスループッ

トが減少しているが、本発明の方式では、従来の方式と比較して良好な特性が維持できているのが確認できた。

【 0 0 7 1 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明では、送受信ウェイト及び伝搬路との整合性を考慮してウェイトを設定できるため、フィードバック遅延及び受信局である端末の移動に伴うチャネルの変化による特性の劣化を低減することができる。そしてその結果として、良好な伝送特性を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態の機能構成のブロック図。

【図 2】

本発明の第 2 の実施の形態の機能構成のブロック図。

【図 3】

本発明の第 3 の実施の形態の機能構成のブロック図。

【図 4】

本発明の第 3 の実施の形態における通信容量特性記憶部に記録する通信容量特性情報の取得機能を示すブロック図。

【図 5】

本発明の第 3 の実施の形態における通信容量特性記憶部に記録する通信容量特性のグラフ。

【図 6】

第 1 の実施の形態と従来提案技術それぞれのチャネル類似度とスループットとの関係を示すグラフ。

【図 7】

従来提案されている多入力多出力伝搬送受信装置の機能構成のブロック図。

【符号の説明】

1 0 0 送信局

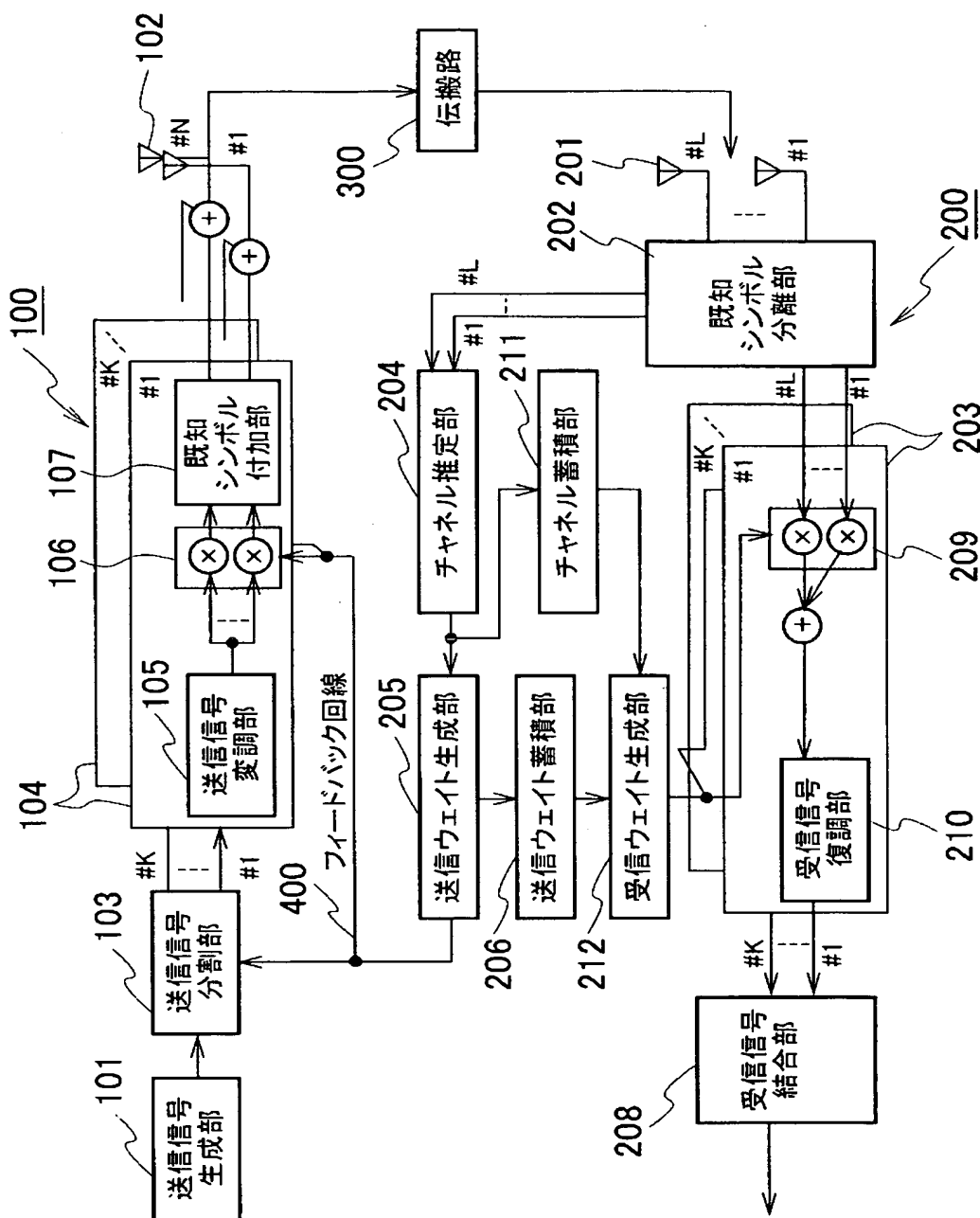
1 0 1 送信信号生成部

- 1 0 2 送信アンテナ
- 1 0 3 送信信号分割部
- 1 0 4 送信処理部
- 1 0 5 送信信号変調部
- 1 0 6 送信ウェイト乗算部
- 1 0 7 既知シンボル付加部
- 2 0 0 受信局
- 2 0 1 受信アンテナ
- 2 0 2 既知シンボル分離部
- 2 0 3 等化処理部
- 2 0 4 チャネル推定部
- 2 0 5 送信ウェイト生成部
- 2 0 6 送信ウェイト蓄積部
- 2 0 8 受信信号結合部
- 2 0 9 受信ウェイト乗算部
- 2 1 0 受信信号復調部
- 2 1 1 チャネル蓄積部
- 2 1 2 受信ウェイト生成部
- 2 1 2 1 第 1 受信ウェイト生成部
- 2 1 2 2 第 2 受信ウェイト生成部
- 2 1 3 ウェイト選択部
- 2 1 4 受信ウェイト生成部
- 2 1 5 チャネル情報選択部
- 2 1 6 通信容量特性記憶部
- 2 2 0 送信電力推定部
- 3 0 0 伝搬路
- 4 0 0 フィードバック回線

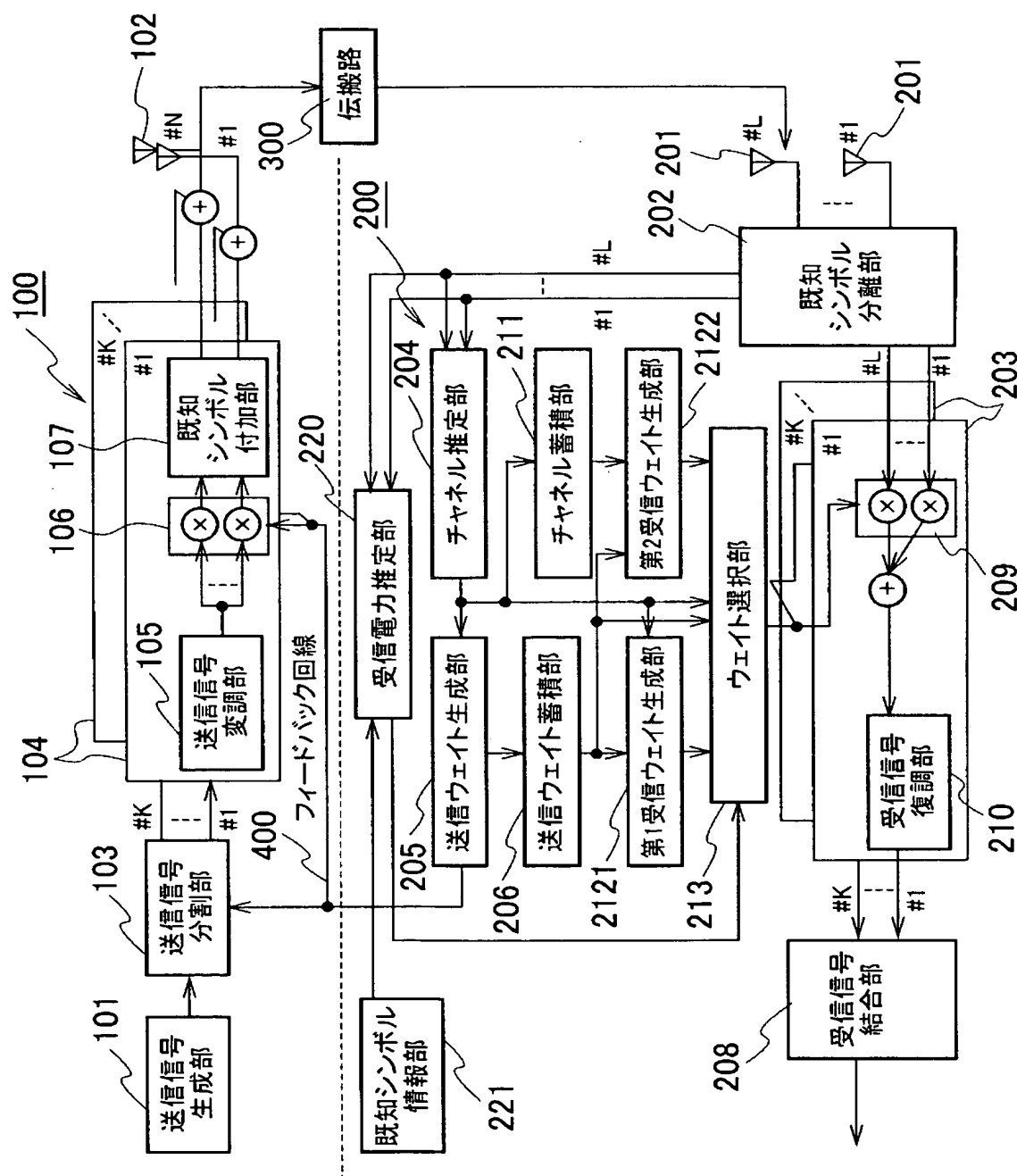
【書類名】

図面

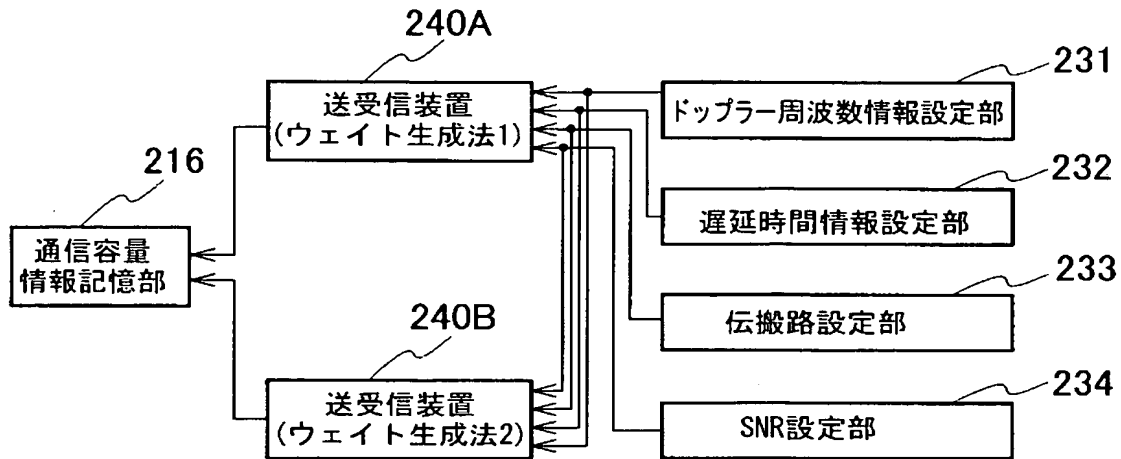
【図 1】



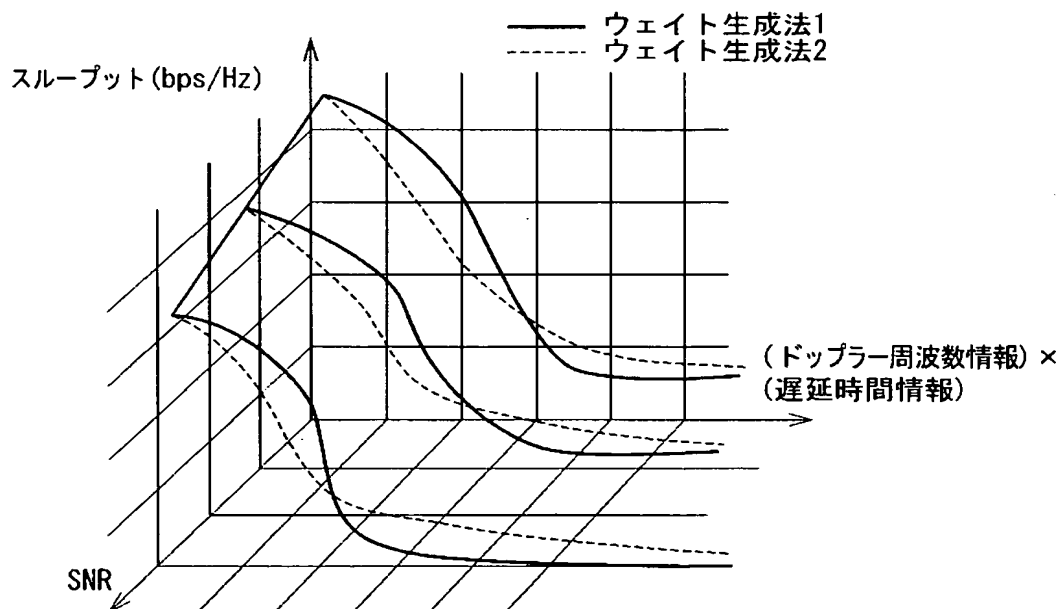
【図 2】



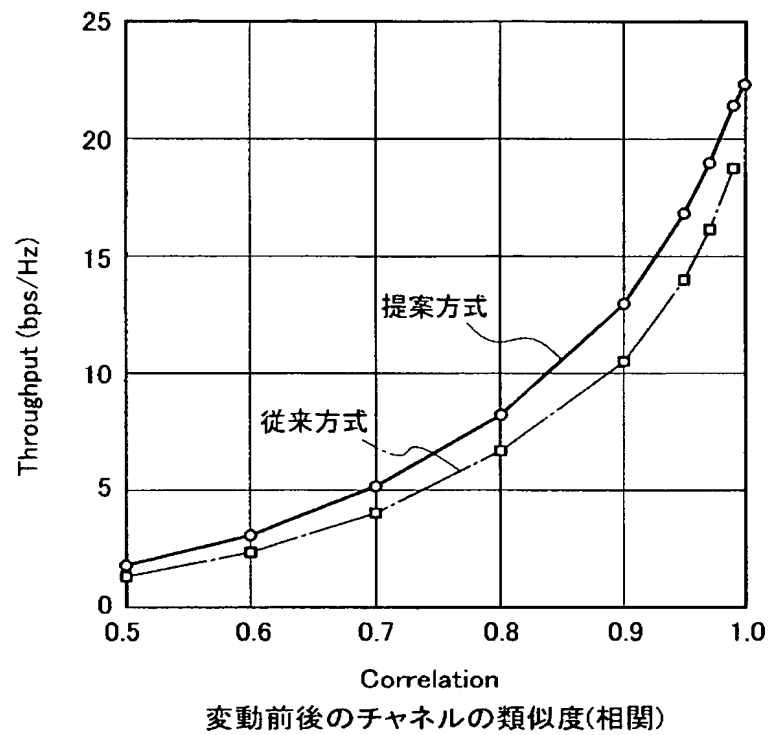
【図 4】



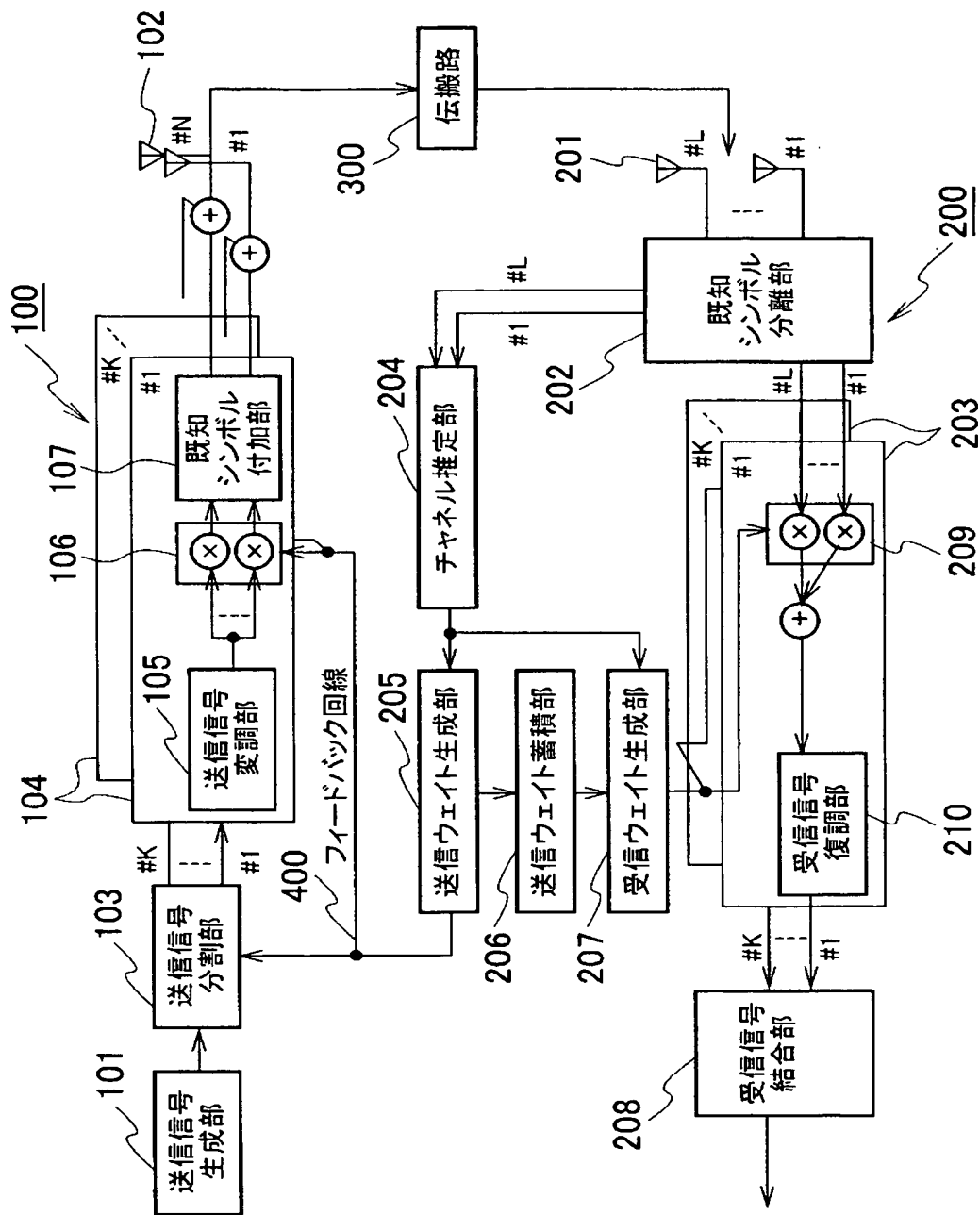
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ウェイト生成時に現在のチャネル情報だけでなく、フィードバック時点のチャネル情報をも用いることによって送受信ウェイトの整合性を向上させ、伝送特性の劣化を減少させることができる多入力多出力伝搬路信号伝送装置及びそれに用いる受信局を提供する。

【解決手段】 受信局 2 0 0 において、送信ウェイトと受信ウェイトとの整合性を保持することを目的に、現時点で用いられている送信ウェイトを生成した時点でのチャネル推定値をチャネル蓄積部 2 1 1 にて蓄積し、この蓄積チャネル推定情報を用いて受信ウェイトを生成することにより、送信ウェイトのフィードバックに伴う遅延による送信ウェイトと受信ウェイトとの不整合性を低減する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 2 4 5 5 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 9 2 0 2 6 6 9 3]

1. 変更年月日 2 0 0 0 年 5 月 1 9 日

[変更理由] 名称変更

住所変更

住 所 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号
氏 名 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ